

findings the deep tillage by the combined chisel equipment can be the starting point of energy saving and soil protecting technologies. Considering the specificity of soils and variety of requirements for technical support of chisel tillage, the issue of improvement of chisel tilling equipment needs effective scientific solving, including the process of adaptation of the existing designs to certain conditions.

On the basis of the research findings we proved a positive influence of the additional working parts and elements on the quality of soil pulverization and energy costs. The improved design of a chisel sweep with additional deformers was suggested. In the function of the additional working parts of the combined chisel it is recommended to use a coupled crosskill roller with straight teeth which functions as supportive and provides breaking big lumps and equal distribution of useful residues at the set depth. The presented results of theoretical and experimental research of the improved combined chisel prove its efficiency and enable its application in difficult soil and climatic conditions of Ukraine. It was specified that cultivation of hard and medium clay loam by a combined chisel increases the quality indicator of soil pulverization at the level of 70-75%. The recommendations for practical application of the suggested tilling appliance were developed.

a combined chisel, chisel sweep, soil deformers, decrease of energy consumption, efficiency of soil pulverization

Одержано 25.10.16

УДК 62-752, 62-755

А.Ю. Невдаха, доц., канд. техн. наук, В.О. Дубовик, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
E-mail: viktor_dubovik@mail.ru

До розрахунку міцності різьбових з'єднань

В статті проведені дослідження метричних різьбових з'єднань, які дозволяють розраховувати коефіцієнт повноти різьби. Це дає можливість збільшити міцність різьбових з'єднань і, як результат, підвищити надійність вузла і машини в цілому. В розрахунках враховували, що сила розподілена по поверхні витка і прикладена в центрі ваги його робочої поверхні. При цьому враховували зусилля, яке руйнує тіло болта, а також силу зрізу різьби болта і зусилля зрізу витка гайки. З отриманих рівнянь зрізу для витків болта і гайки визначили коефіцієнт повноти різьби. В результаті проведених досліджень були отримані умови рівномірності стержня болта і різьби гайки. Із співвідношень для метричних стандартних різьб і однакових матеріалів болта та гайки визначили висоту гайки, яка відповідає висоті стандартних гайок.

з'єднання, різьба, болт, гайка, міцність

А.Ю. Невдаха, доц., канд. техн. наук, В.А. Дубовик, доц., канд. техн. наук
Кіровоградский национальный технический университет, г. Кропивницкий, Украина

К расчёту прочности резьбовых соединений

В статье проведены исследования метрических резьбовых соединений, позволяющие рассчитывать коэффициент полноты резьбы. Это дает возможность увеличить прочность резьбовых соединений и, как результат, повысить надежность узла и машины в целом. В расчетах учитывали, что сила распределена по поверхности витка и приложена в центре тяжести его рабочей поверхности. При этом учитывали усилие, которое разрушает тело болта, а также силу срезания резьбы болта и усилие среза витка резьбы гайки. Из полученных уравнений среза для витков болта и гайки определили коэффициент полноты резьбы. В результате проведенных исследований были получены условия равнопрочности стержня болта и резьбы гайки. Из соотношений для метрических стандартных резьб и одинаковых материалов болта и гайки определили высоту гайки, которая соответствует высоте стандартных гаек.

соединения, резьба, болт, гайка, прочность

© А.Ю. Невдаха, В.О. Дубовик, 2016

Постановка проблеми. Деталі, з яких складається машина зв'язані між собою тим чи іншим чином. Ці зв'язки можна розділити на рухомі (шарніри, підшипники та інші) і нерухомі (різбові, зварні, шпонкові та інші). Наявність рухомих зв'язків у машині обумовлено її кінематичною схемою. Нерухомі зв'язки обумовлені доцільністю розбирання машини на вузли та деталі для того, щоб спростити виробництво, полегшити складання, ремонт, транспортування і обслуговування.

Нерухомі зв'язки в техніці – це з'єднання. З'єднання є важливими елементами конструкцій. Більшість аварій і можливі несправності в роботі машин обумовлені незадовільною якістю з'єднань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед роз'ємних з'єднань найбільш широке розповсюдження отримали різбові з'єднання, а саме з'єднання болтові.

Вибір матеріалу для деталей різбових з'єднань залежить від великого числа факторів, зв'язаних з комплексом технологічних операцій, які визначають форму різьби і кінцеві властивості матеріалу в ній. Але основна маса кріпильних виробів, що випускається для загального користування, виготовляється з вуглецевих і конструкційних сталей, це пояснюється не тільки економічними міркуваннями, а й умовами масової фабрикації цих виробів. З низько- і середньо вуглецевих сталей для виготовлення деталей різбових з'єднань зазвичай приймають сталі марок Ст. 3, Ст. 4 і Ст. 5, при чому остання для важко навантажених з'єднань. Із вуглецевих якісних сталей найчастіше використовують сталі А12 (автоматна), 35, 45 і інші. В найбільш навантажених з'єднаннях використовуються леговані сталі (40Х, 40ХН, 30ХНГСА, 18ХНВА і інші). У випадках, коли вирішальне значення має зниження ваги з'єднання, що має, наприклад, місце в конструкціях літаючих апаратів, використовуються титанові сплави.

Дуже часто болтові з'єднання в конструкції є самим відповідальним елементом. Значна частина аварій і поломок в роботі машини буває пов'язана з незадовільною роботою болтових з'єднань.

Надійність роботи болтових з'єднань залежить від багатьох факторів, які часто не підлягають точному прогнозуванню.

Одним з самих важливих елементів болтів є їх різьба. Не дивлячись на велику кількість методик розрахунку різбових з'єднань, існує ряд умовностей, які теоретично ще не пояснено. Серед цих параметрів є коефіцієнт повноти різьби, який розраховується за різними критеріями.

Як правило, в розрахунках коефіцієнт повноти різьби задають [1, 3], а не розраховують. Це, в свою чергу, зменшує точність розрахунків, що приводить до погіршення працездатності різбових з'єднань.

Постановка завдання. Враховуючи вище сказане нами пропонується свій варіант розрахунку коефіцієнта повноти різьби, а також висоти гайки.

Виклад основного матеріалу. Для розрахунку приймаємо, що сила, яка розподілена по поверхні витка і прикладена в центрі ваги робочої поверхні витка. Зусилля, яке руйнує тіло болта, може бути визначено:

$$\sigma_{руїн} = \sigma'_e \frac{\pi d_1^2}{4}, \quad (1)$$

де d_1 - номінальний внутрішній діаметр різьби;

σ'_e - границя міцності матеріалу болта.

$$F_{зр}^{\sigma} = \pi \cdot d_{зр} \cdot k_1 \cdot h \cdot \tau_{взр}^{\sigma}, \quad (2)$$

де $d_{зр}$ - діаметр циліндричної поверхні зрізу витків;

k_1 - коефіцієнт повноти різьби болта (рис. 1);

h - висота гайки;

$\tau_{взр}^{\bar{o}}$ - межа міцності на зріз матеріалу болта.

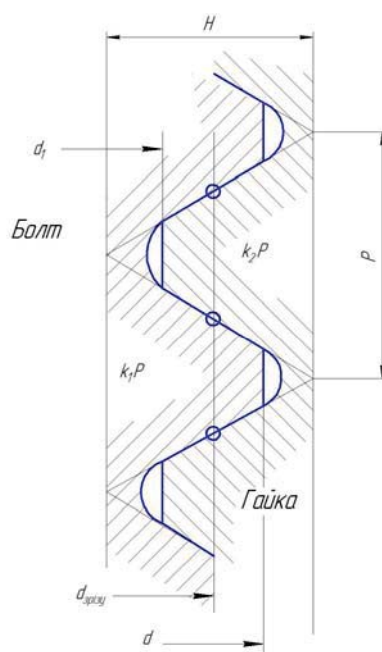


Рисунок 1 – До розрахунку різьби на зріз

Зусилля, яке зрізає витки гайки, відповідно дорівнює:

$$F_{зр}^{\bar{o}} = \pi \cdot d_{зр} \cdot k_2 \cdot h \cdot \tau_{взр}^{\bar{o}}, \quad (3)$$

k_2 - коефіцієнт повноти різьби гайки;

$\tau_{взр}^{\bar{o}}$ - межа міцності на зріз матеріалу гайки.

Останні величини мають ті ж значення, що і в попередньому випадку.

З рівності зусиль зрізу для витків болта і гайки знайдемо:

$$k_1 \cdot \tau_{взр}^{\bar{o}} = k_2 \cdot \tau_{взр}^{\bar{o}}. \quad (4)$$

З іншого боку, з розгляду рисунку 1 видно, що

$$k_1 \cdot P + k_2 \cdot P = P \text{ або } k_1 + k_2 = 1. \quad (5)$$

Вирішуючи останні два рівняння, можна знайти вирази для визначення коефіцієнтів повноти різьби:

$$k_1 = \frac{\tau_{взр}^{\bar{o}}}{\tau_{взр}^{\bar{o}} + \tau_{взр}^{\bar{o}}} \text{ і } k_2 = \frac{\tau_{взр}^{\bar{o}}}{\tau_{взр}^{\bar{o}} + \tau_{взр}^{\bar{o}}}. \quad (6)$$

Якщо наближено прийняти $d_{зр} = d$, то зусилля зрізу витків різьби гайки дорівнює:

$$F_{зр} = \pi \cdot d \cdot k_2 \cdot h \cdot \tau_{взр}^{\bar{o}} = \pi \cdot d \cdot h \cdot \frac{\tau_{взр}^{\bar{o}} \cdot \tau_{взр}^{\bar{o}}}{\tau_{взр}^{\bar{o}} + \tau_{взр}^{\bar{o}}}. \quad (7)$$

Умова рівномірності стержня болта і різьби гайки може бути записана у наступному вигляді:

$$F_{руйн} = F_{зр}, \quad (8)$$

або

$$\sigma'_e \frac{\pi d_1^2}{4} = \pi \cdot d \cdot h \frac{\tau_{\text{взр}}^{\bar{\sigma}} \cdot \tau_{\text{взр}}^{\bar{\epsilon}}}{\tau_{\text{взр}}^{\bar{\sigma}} + \tau_{\text{взр}}^{\bar{\epsilon}}}. \quad (9)$$

Звідси

$$h = \frac{\sigma'_e \cdot d_1^2 (\tau_{\text{взр}}^{\bar{\sigma}} + \tau_{\text{взр}}^{\bar{\epsilon}})}{4d \cdot \tau_{\text{взр}}^{\bar{\sigma}} \cdot \tau_{\text{взр}}^{\bar{\epsilon}}}, \quad (10)$$

або

$$\frac{h}{d} = \frac{1}{4} \cdot \frac{d_1^2}{d^2} \cdot \frac{\sigma'_e \cdot (\tau_{\text{взр}}^{\bar{\sigma}} + \tau_{\text{взр}}^{\bar{\epsilon}})}{\tau_{\text{взр}}^{\bar{\sigma}} \cdot \tau_{\text{взр}}^{\bar{\epsilon}}}. \quad (11)$$

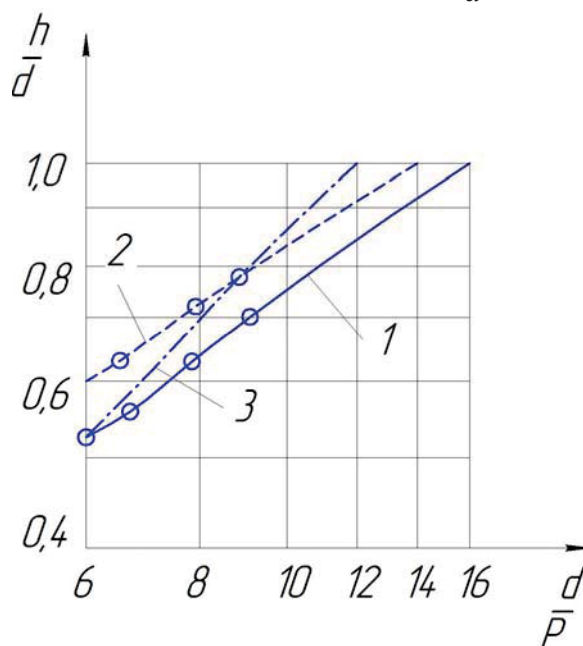
Враховуючи, що для метричної різьби

$$\frac{d_1^2}{d^2} = \left(1 - 1,08 \frac{P}{d}\right), \quad (12)$$

отримаємо

$$\frac{h}{d} = \frac{1}{4} \cdot \left(1 - 1,08 \frac{P}{d}\right) \cdot \frac{\sigma'_e \cdot (\tau_{\text{взр}}^{\bar{\sigma}} + \tau_{\text{взр}}^{\bar{\epsilon}})}{\tau_{\text{взр}}^{\bar{\sigma}} \cdot \tau_{\text{взр}}^{\bar{\epsilon}}}. \quad (13)$$

На рис. 2 зображені криві, які визначають значення $\frac{h}{d}$ в залежності від $\frac{d}{P}$.



1 – гайка із звичайним розміром під ключ; 2 – гайка із зменшеним розміром під ключ ($\sigma_e^{\bar{\sigma}} = 750 \dots 850$ МПа, $\sigma_e^{\bar{\epsilon}} = 560 \dots 670$ МПа); 3 – гайка із звичайним розміром під ключ ($\sigma_e^{\bar{\sigma}} = 380 \dots 580$ МПа)

Рисунок 2 – Відносна висота гайки $\frac{h}{d}$, необхідна для рівномірності різьби і стержня болта

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що при співвідношеннях, справедливих для метричних стандартних різьб і однакових матеріалах болта і гайки, умова рівномірності забезпечується шляхом врахування коефіцієнта повноти різьби болта. Це дає можливість забезпечити міцність різьбових

з'єднань. А з виразу (13) можна отримати, що $\frac{h}{d} = 0,8$ або $h = 0,8d$, що відповідає висоті гайок. Це дозволяє виготовляти різьбові з'єднання із заданими характеристиками міцності для відповідних умов навантаження.

Список літератури

1. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник для машиностроительных специальностей вузов [Текст] / М.Н. Иванов. – Изд. перераб., М.: Высшая школа, 1984. – 336 с.
2. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник [Текст] / В.Т. Павлище. – К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
3. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов [Текст] / Д. Н. Решетов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

Andriy Nevdaха, Assoc. Prof., PhD tech. sci., Viktor Dubovik, Assoc. Prof., PhD tech. sci.
Kirovograd National Technical University, Kropivnitskiy, Ukraine

Calculation of the strength of threaded connections

The paper studies metric threaded connections which allow to calculate the coefficient of completeness thread. This makes it possible to increase the strength of threaded connections and as a result increase the reliability of the site and the car in general.

The calculations take into account that the force is distributed over the surface of the coil and attached to the center of gravity of its working surface. This took into account the efforts that destroys the body bolt and screw thread cut power and effort slice spiral nuts.

From these equations for cut turns the bolt and nut factor determined completeness thread. As a result of the research were obtained conditions rivnomitsnosti rod bolt and nut thread. With relations for metric standard thread and the same material bolt nuts and nut height determined which corresponds to the height standard screws.

connection, thread, bolt, nut, strength

Одержано 04.11.16

УДК 621.825.5/7

В.О. Проценко, доц., канд. техн. наук, О.Ю. Клементьєва, асп.
Херсонська державна морська академія, м.Херсон, Україна
E-mail: eseui@ukr.net

Деформації канатів у муфтах від неспіввісності з урахуванням їх закріплення

В статті виконані теоретичні дослідження видовження канатів сполучних муфт від неспіввісності поєднаних валів. Розглянуте вирішення задачі для випадків шарнірного та жорсткого закріплення канатів у напівмуфтах. Встановлено, що жорстке закріплення канатів спричиняє їх додатковий натяг. Показано, що в муфтах з тангенціальним розташуванням канатів додатковий натяг при їх жорсткому закріпленні менший ніж у муфтах з канатами хордального розташування.

муфта, канат, розподіл, навантаження, неспіввісність, закріплення